

杉崎 一樹 内容の要旨

氏 名	杉崎 一樹
学位の種類	博士（医学）
学位記番号	乙第 1234 号
学位授与の日付	平成 25 年 5 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 3 条第 1 項第 4 号に該当

学位申請論文タイトル及び掲載誌

3D Analysis of Binocular Eye Movement during Head Tilt

両眼同時記録による眼球反対回旋運動の 3 次元解析

埼玉医科大学雑誌 39 巻 2 号 2013 年 2 月 1 日受理

学位審査委員（主査）教授 菅澤 正

（副査）教授 渡辺 修一、准教授 小林 正人、准教授 中里 良彦

論文内容の要旨

【背景】

前庭眼反射とは、頭部が一方向に動いた時に、その反対方向に眼球を運動させ、網膜上の像を安定化させるためのものである。眼球反対回旋運動(OCR)は、前庭眼反射の一つであり、前額面で頭部を一方向に回転させると、眼球が頭部と反対側に回旋する現象であり、1786 年に John Hunter によって報告されている。前庭眼反射には、回転加速度に対する半規管眼反射と、頭部傾斜などの直線加速度に対する耳石器眼反射があるが、OCR は耳石器、主として卵形囊からの前庭眼反射の 1 つと考えられている。OCR は数少ない耳石機能検査の 1 つであり、また発見が古いにも関わらず十分に進んでいるとは言い難い。その理由としては、眼球の回旋運動の記録・解析は難しいためであると考えられる。近年の眼球運動の記録・解析機器の進歩により、眼球運動の記録・解析の精度が上がったため、この機器を用いて OCR を精査しようと考えた。現在までの OCR に関する報告は、ほとんどが片眼での報告であり、両眼が同じように動くのか、異なって動くのかなど、両眼記録の報告は更に少なく、結果も一定していない。本研究では、頭部傾斜時の眼球運動を 3 次元的（水平・垂直・回旋運動）に記録・解析することで、両眼の頭部傾斜の眼球運動を評価することを目的としている。両眼を同時記録することで、眼球運動の対称性・共同性を検討することができる。

【方法】

対象は、内耳障害の既往のない被験者 10 人（男性 6 名、女性 4 名）である。被検者は、ドームの中心の椅子に座り、両眼に記録用のカメラが付いたヘルメットを装着してもらった。被検者の体はシートベルトで椅子にしっかり固定され、正中位から、前額面で左右に 35 度まで傾斜され、この時の眼球運動をカメラで記録した。その後、コンピュータに記録された画像を、ビデオ画像解析システムを用いて 3 次元眼球運動解析した。

（対称性の検討）

右眼、左眼それぞれについて、左右の傾斜に対しての非対称性があるかどうかを検討した。

左右の同傾斜角度において、左右眼の眼位の差を計算し、**Asymmetry score** と呼ぶことにする。

$$\begin{aligned}\text{Asymmetry score} &= (\text{左傾斜 } X \text{ 度の左眼の眼位}) - (\text{右傾斜 } X \text{ 度の左眼の眼位}) \\ &= (\text{左傾斜 } X \text{ 度の右眼の眼位}) - (\text{右傾斜 } X \text{ 度の右眼の眼位})\end{aligned}$$

この値が、傾斜角度の増加に伴い増大すれば非対称性があると言える。

(共同性の検討)

頭部傾斜による左右眼の変位に非共同性があるかどうかを検討した。すなわち、同一傾斜角度に応じた左眼と右眼の眼位に差があるかどうかを比較した。

左右への頭部の傾斜角が X° のときの眼位を **Disconjugacy score** と呼ぶことにする。

$$\begin{aligned}\text{Disconjugacy score} &= (\text{左傾斜 } X \text{ 度の左眼の眼位}) - (\text{左傾斜 } X \text{ 度の右眼の眼位}) \\ &= (\text{右傾斜 } X \text{ 度の左眼の眼位}) - (\text{右傾斜 } X \text{ 度の右眼の眼位})\end{aligned}$$

この値が、傾斜角度の増加に伴い増大すれば非共同性があると言える。

【結果】

頭部傾斜時の回旋眼球運動は、両眼とも反対回旋がみられ、眼球運動と頭部傾斜角度との間に統計学的有意差を認めた (トレンド検定 $p < 0.001$)。すなわち、頭部傾斜が大きくなるほど眼球の回旋角度が大きくなることが示された。水平眼球運動では、左傾斜時に左眼が右へ、右傾斜時には右眼が左への偏位が認められた。傾斜方向の外側眼のみが内側へ偏位するという非共同性がみられた。(トレンド検定、 $p = 0.008$, $p = 0.004$)一方、傾斜方向の内側眼では明らかな傾向は認められなかった。頭部傾斜刺激時の眼球運動は、水平・垂直・回旋成分とも非対称性はないと考えられる。

【考察】

今回の研究では、内耳障害のない被験者に対して、傾斜刺激時の両眼眼球運動を記録、解析した。現在まで報告されていない知見として、頭部傾斜時の水平眼球運動において、傾斜方向の外側眼の内側偏位の傾向、すなわち水平運動の非共同性を認めた。この眼球運動は、内耳障害のない被験者で認めた傾向であることから、健常人で生理的に生じる眼球反射ではないかと考えられる。過去の生理学的な報告では、内野らが 2003 年に、ネコの卵形囊神経を選択的に刺激し、水平眼球運動がみられたと報告している。そしてこれは、卵形囊一次求心性線維から同側外転神経核ニューロンへの投射であるとしている。このことから、今回の頭部傾斜時の水平眼球運動でみられた傾斜方向の外側眼の内側偏位は、内野らの証明した卵形囊眼反射による、卵形囊刺激による眼球運動と推測される。そして、この眼球運動は、傾斜刺激時の回旋成分 (OCR) と同様に、網膜上の像を安定化する目的で生じる耳石器由来の眼反射なのではないかと考えられる。これらの結果が、いまだ明らかになっていない、耳石眼反射の解明の一助になればと考える。